



In the United States Patent and Trademark Office

Applicants: M. Baeuerle et al

Attorney Docket: R 303356

Patent Application

Serial No: 10/620,564

Filed: July 17, 2003

For: Method and Arrangement  
for Monitoring an Air-Mass  
Measuring Device

Transmittal of Certified Copy

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Dear Sir:

Attached please find the certified copy of the German  
application from which priority is claimed for this application.

Country: Germany  
Application Number: 102 32 337.2  
Filing Date: July 17, 2002

Respectfully submitted,

Walter Ottesen  
Reg. No. 25,544

Walter Ottesen  
Patent Attorney  
P.O. Box 4026  
Gaithersburg, Maryland 20885-4026

Phone: (301) 869-8950

Date: August 25, 2003

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 32 337.2

**Anmeldetag:** 17. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer  
Lufmassenmessvorrichtung

**IPC:** F 02 D 41/22

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 24. Februar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Waasmaier', written over a faint, stylized background.

Waasmaier

01.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer Luftmassenmessvorrichtung

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zur Überwachung einer Luftmassenmessvorrichtung nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

20

Zur Messung des in einen Verbrennungsmotor bzw. eine Brennkraftmaschine strömenden Luftmassenstroms wird bei vielen Verbrennungsmotoren ein Heißfilm-Luftmassenmesser verwendet. Die Diagnose des Heißfilm-Luftmassenmessers erfolgt dabei über eine Plausibilitätsprüfung des vom Heißfilm-Luftmassenmesser gemessenen Luftmassenstroms durch Vergleich mit einem in Abhängigkeit eines Drosselklappenwinkels und der Motordrehzahl modellierten Luftmassenstrom. Wenn nun ein elektrisch angetriebener Verdichter in der Luftzuführung bzw. im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine verbaut ist, so erhöhen sich die Anforderungen an die Plausibilitätsprüfung.

Vorteile der Erfindung

30

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass in Abhängigkeit einer Verdichterdrehzahl und eines Verdichterdruckverhältnisses ein Luftmassenstrom in der Luftzuführung modelliert und mit einem von der Luftmassenmessvorrichtung gemessenen Luftmassenstrom verglichen wird. Auf diese Weise wird der Betrieb des elektrisch angetriebenen Verdichters in der Luftzuführung der Brennkraftmaschine bei der Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung

35

berücksichtigt, so dass die genannte Plausibilitätsprüfung besonders zuverlässig durchgeführt werden kann.

5 Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der in die Luftzuführung der Brennkraftmaschine verbaute elektrisch angetriebene Verdichter es ermöglicht, unabhängig vom Betrieb der Brennkraftmaschine einen Luftmassenstrom zu erzeugen. Bei Kenntnis eines Verdichterkennfeldes, einer Verdichterdrehzahl und eines Verdichterdruckverhältnisses ist dabei eine Modellierung des sich einstellenden Luftmassenstroms möglich. Dieser kann mit dem von der Luftmassenmessvorrichtung gemessenen Luftmassenstrom  
10 verglichen werden. Damit eröffnet sich eine Möglichkeit zur Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine in einem sogenannten Steuergerätenachlauf.

15 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

20 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Messung des Verdichterdruckverhältnisses durchgeführt wird, wenn ein Bypass zu mindestens einem Zylinder, insbesondere ein Abgasrückführventil, geöffnet ist. Auf diese Weise kann ein übermäßiger Druckaufbau hinter dem elektrisch angetriebenen Verdichter vermieden und ein konstanter, gleichmäßiger, homogener Luftmassenstrom durch den elektrisch angesteuerten Verdichter erzeugt werden. Dies erhöht die Zuverlässigkeit der Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung.

30 Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Messung des Verdichterdruckverhältnisses durchgeführt wird, wenn eine Drosselklappe geöffnet ist. Auch dadurch lässt sich ein übermäßiger Druckaufbau hinter dem elektrisch angetriebenen Verdichter vermeiden und ein konstanter, gleichmäßiger, homogener Luftmassenstrom erzeugen.

35 Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Messung des Verdichterdruckverhältnisses durchgeführt wird, wenn ein Einlassventil und ein Auslassventil mindestens eines Zylinders gleichzeitig geöffnet sind. Auch auf diese Weise lässt sich ein übermäßiger Druckaufbau hinter dem elektrisch angetriebenen Verdichter vermeiden und ein konstanter, gleichmäßiger, homogener Luftmassenstrom einstellen.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die beiden Ventile in Abhängigkeit einer Kolbenstellung in mindestens einem Zylinder zur Messung des Verdichterdruckverhältnisses geöffnet werden. Auf diese Weise kann eine mechanische Beschädigung des Kolbens durch ein Öffnen der Ventile vermieden werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass für die Messung des Verdichterdruckverhältnisses eine Ventilüberschneidung eines Einlassventils und eines Auslassventils mindestens eines Zylinders in Abhängigkeit einer Auslaufposition des Kolbens genutzt wird. Auf diese Weise wird ebenfalls ein übermäßiger Druckaufbau hinter dem elektrisch angetriebenen Verdichter vermieden und ein konstanter, gleichmäßiger, homogener Luftmassenstrom eingestellt.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass vor Aktivierung des elektrisch angetriebenen Verdichters ein Drucksensor zur Ermittlung eines Druckes in der Luftzuführung nach dem elektrisch angetriebenen Verdichter mit einem Umgebungsdrucksensor abgeglichen wird. Auf diese Weise lässt sich die Genauigkeit bei der Messung des Verdichterdruckverhältnisses erhöhen.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass in Abhängigkeit des Vergleichs zwischen dem modellierten Luftmassenstrom und dem gemessenen Luftmassenstrom die Luftmassenmessvorrichtung auf den modellierten Luftmassenstrom, insbesondere außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches, abgeglichen wird. Auf diese Weise lässt sich eine Kalibrierung mit hoher Genauigkeit für die Luftmassenmessvorrichtung realisieren, insbesondere dann, wenn die Genauigkeit der Luftmassenmessvorrichtung aufgrund von Verschmutzungen ihres Sensorelementes zuvor stark reduziert wurde.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen

Figur 1 ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine mit der

erfindungsgemäßen Vorrichtung,  
Figur 2 einen Ablaufplan zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen  
Verfahrens.

5 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 kennzeichnet 5 eine Brennkraftmaschine, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs,  
die in ihrer Luftzuführung einen zweiten Drucksensor 50 umfasst, der den Druck vor  
einem elektrisch angetriebenen Verdichter 10 in der Luftzuführung misst. Im Folgenden  
10 soll beispielhaft angenommen werden, dass der Druck vor dem elektrisch angetriebenen  
Verdichter 10 ein Umgebungsdruck  $p_U$  ist und der zweite Drucksensor 50 folglich ein  
Umgebungsdrucksensor ist. Zwischen dem Umgebungsdrucksensor 50 und dem  
elektrisch angetriebenen Verdichter 10 ist ein Luftfilter 70 und eine  
Luftmassenmessvorrichtung 1, beispielsweise ein Heißfilm-Luftmassenmesser  
15 angeordnet. Dem elektrisch angetriebenen Verdichter 10 ist in diesem Beispiel ein  
Verdichter 75 eines Abgasturboladers nachgeschaltet. Dieser ist zur Funktion der  
Erfindung jedoch nicht unbedingt erforderlich. In diesem Ausführungsbeispiel soll jedoch  
angenommen werden, dass der Verdichter 75 des Abgasturboladers dem elektrisch  
angetriebenen Verdichter 10 in der Luftzuführung der Brennkraftmaschine 5  
20 nachgeschaltet ist. Dabei kann es sich beim elektrisch angetriebenen Verdichter 10 um  
einen im Hinblick auf den Verdichter 75 des Abgasturboladers eigenständigen  
elektrischen Zusatzverdichter handeln. Alternativ kann der elektrisch angetriebene  
Verdichter 10 auch Teil des Abgasturboladers sein und direkt die Welle zwischen einer  
Turbine 80 des Abgasturboladers und dem Verdichter 75 des Abgasturboladers hilfsweise  
antreiben.

Die Saugseite des elektrisch angetriebenen Verdichters 10 und die Druckseite des  
Verdichters 75 des Abgasturboladers können, wie in der Figur 1 dargestellt, durch ein  
Schub-Umluftventil 85 verbunden sein, um ein unerwünschtes Verdichterpumpen  
30 vermeiden zu können. Den beiden Verdichtern 10, 75 nachfolgend liegt ein Ladedruck  $p_L$   
in der Luftzuführung der Brennkraftmaschine 5 vor. Anschließend ist in der  
Luftzuführung eine Drosselklappe 25 angeordnet, die von einem ersten Drucksensor 45  
gefolgt wird. Der erste Drucksensor 45 ermittelt dabei den Druck in dem der  
Drosselklappe 25 nachfolgenden Saugrohr, also den Saugrohrdruck  $p_S$ . Anschließend  
35 folgt ein Einlassventil 30 eines Zylinders 20 mit einem Kolben 40 und einem Brennraum

90. Der Brennraum 90 ist über ein Auslassventil 35 mit einem Abgastrakt verbindbar, in dem die Turbine 80 des Abgasturboladers angeordnet ist. Ferner ist ein Bypass 15, beispielsweise ein Abgasrückführventil vorgesehen, das einen Luftpfad parallel zum Einlassventil 30, zum Zylinder 20 und zum Auslassventil 35 steuert. Gemäß Figur 1 ist dieser Luftpfad mit dem Bezugszeichen 95 gekennzeichnet und einerseits zwischen dem Auslassventil 35 und der Turbine 80 des Abgasturboladers aus dem Abgasstrang und andererseits zwischen der Drosselklappe 25 und dem ersten Drucksensor 45 in der Luftzuführung abgezweigt.

Ferner ist eine Vorrichtung 65 vorgesehen, die beispielsweise Teil einer Motorsteuerung der Brennkraftmaschine 5 sein kann. Die Vorrichtung 65 umfasst Mittel 55 zur Modellierung eines Luftmassenstroms. Die Mittel 55 sind mit dem Verdichter 10 des elektrisch angetriebenen Laders, mit der Drosselklappe 25, mit dem ersten Drucksensor 45, mit dem zweiten Drucksensor 50, mit dem Abgasrückführventil 15, mit dem Einlassventil 30 und mit dem Auslassventil 35 verbunden. Ferner umfasst die Vorrichtung 65 Mittel 60 zum Vergleich des modellierten Luftmassenstroms mit einem von der Luftmassenmessvorrichtung 1 gemessenen Luftmassenstrom. Die Mittel 60 sind dabei mit den Mitteln 55 und mit der Luftmassenmessvorrichtung 1 verbunden.

Im Folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung 65 beschrieben. Die Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 kann während des Betriebes der Brennkraftmaschine 5 oder nach Abstellen der Brennkraftmaschine 5 durchgeführt werden. Beim Betrieb der Brennkraftmaschine 5 ist für die Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 eine Berücksichtigung des Einflusses des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine 5 auf die Modellierung des Luftmassenstroms in der Luftzuführung der Brennkraftmaschine 5 erforderlich. Eine vergleichsweise weniger aufwändige Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 kann nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine 5 durchgeführt werden und soll im Folgenden beispielhaft beschrieben werden. Nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine 5 findet die Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 in einem sogenannten Steuergerätenachlauf statt. Dabei können die Mittel 55 zunächst den ersten Drucksensor 45 mit dem zweiten Drucksensor 50 abgleichen. Das ist deshalb möglich und sinnvoll, da nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine 5 im Saugrohr den Verdichtern 10, 75 bzw. der Drosselklappe 25 nachfolgend etwa Umgebungsdruck herrscht. Außerdem ist die Genauigkeit des zweiten Drucksensors 50, der ja in diesem Beispiel als

Umgebungsdrucksensor ausgebildet sein soll, aufgrund seines kleineren Messbereiches größer als jene des ersten Drucksensors 45, der einen Saugrohrdrucksensor darstellt. Somit stehen nach Abgleich des Saugrohrdrucksensors 45 auf den Umgebungsdrucksensor 50 der Umgebungsdruck  $p_U$  und der Saugrohrdruck  $p_S$  mit annähernd gleicher Genauigkeit in den Mitteln 55 zur Verfügung. Statt des Saugrohrdrucksensors 45, der der Drosselklappe 25 nachfolgt, kann auch ein Ladedrucksensor zur Messung des Ladedrucks zwischen den beiden Verdichtern 10, 75 auf der einen Seite und der Drosselklappe 25 auf der anderen Seite vorgesehen und in entsprechender Weise auf den Umgebungsdrucksensor 50 abgeglichen werden. Der Ladedruck zwischen den beiden Verdichtern 10, 75 auf der einen Seite und der Drosselklappe 25 auf der anderen Seite ist in der Figur mit  $p_L$  gekennzeichnet. Im Anschluss auf den beschriebenen Abgleich kann die Diagnose bzw. Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 beginnen. Um einen stetigen Luftmassenstrom von relevanter Größe in der Luftzuführung zu ermöglichen, muss ein übermäßiger Druckaufbau hinter den Verdichtern 10, 75 vermieden werden. Das kann auf verschiedene Arten erfolgen. Bei Brennkraftmaschinen mit Abgasrückführung, wie in Figur 1 dargestellt, steuern die Mittel 55 das Abgasrückführventil 15 derart an, dass es geöffnet wird und somit die notwendige Verbindung zwischen der Luftzuführung und dem Abgastrakt und damit zur Umgebung darstellt. Dabei sind Luftmassenströme bis in einen Bereich von 150 kg/h bei einem Druckunterschied von 200 mbar zwischen der Luftzuführung hinter den beiden Verdichtern 10, 75 und dem Abgastrakt möglich. Durch die Öffnung des Abgasrückführventils 15 kann also ein übermäßiger Druckaufbau hinter den beiden Verdichtern 10, 75, insbesondere hinter dem elektrischen Verdichter 10 vermieden und ein konstanter, gleichmäßiger, homogener Luftmassenstrom in der Luftzuführung eingestellt werden. Zusätzlich kann bei Systemen mit elektrischer Drosselklappe 25, wie in Figur 1 dargestellt, die Drosselklappe von den Mitteln 55 derart angesteuert werden, dass sie geöffnet wird, um Strömungsverluste zu vermeiden. Auch diese Maßnahme dient der Vermeidung eines übermäßigen Druckaufbaus hinter dem elektrischen Verdichter 10 und dem Einstellen eines konstanten, gleichmäßigen, homogenen Luftmassenstroms.

Die Öffnung des Abgasrückführventils 15 ist vor allem dann erforderlich, wenn ein Luftstrom über den Zylinder 20 nicht oder nur bedingt möglich ist, weil das Einlassventil 30 und/oder das Auslassventil 35 sperren. Bei Brennkraftmaschinen 5 mit entsprechend großer Ventilüberschneidung des Einlassventils 30 und des Auslassventils 35 kann jedoch



die Tatsache genutzt werden, dass für einen Schnellstart der Brennkraftmaschine 5 ein Sensor zur Ermittlung der Auslaufposition des Zylinders 20 vorgesehen ist. Ein solcher Sensor ist in Figur 1 durch das Bezugszeichen 100 dargestellt und mit den Mitteln 55 verbunden. Dabei kann die Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 von den Mitteln 55 getriggert werden, wenn der Sensor 100 eine Auslaufposition des Zylinders 20 feststellt, bei der der Kolben 40 im Bereich des oberen Totpunktes für den Ladungswechsel zum Stillstand kommt, bei dem auf Grund der Ventilüberschneidung das Einlassventil 30 und das Auslassventil 35 gleichzeitig geöffnet sind. Dies ermöglicht einen Luftmassenstrom über den Brennraum 90 des Zylinders 20 und das geöffnete Einlassventil 30 an das geöffnete Auslassventil 35 beispielsweise bis etwa 50 kg/h. Kommt der Kolben 40 hingegen bei einem Kurbelwellenwinkel zum Stillstand, bei dem das Einlassventil 30 und das Auslassventil 35 nicht gleichzeitig geöffnet sind, so triggern die Mittel 55 die Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 nicht auf Grund der Auslaufposition des Zylinders 20, da in diesem Fall kein Luftmassenstrom über das Einlassventil 30, den Brennraum 90 und das Auslassventil 35 geleitet werden kann. In diesem Fall ist die Öffnung des Abgasrückführventils 15 unabdingbar. Die Öffnung des Abgasrückführventils 15 durch die Mittel 55 kann jedoch auch zusätzlich zu einem möglichen Luftmassenstrom bei gleichzeitig geöffnetem Einlassventil 30 und Auslassventil 35 über den Zylinder 20 vorgesehen sein, um auf diese Weise den Luftmassenstrom von der Luftzuführung zum Abgastrakt differenzierter und somit noch gleichmäßiger einstellen zu können.

Wenn ein System mit variabler, beispielsweise elektromechanischer Ventilsteuerung verbaut ist, so kann das Einlassventil 30 und das Auslassventil 35 unabhängig von der Position des Kolbens 40 von den Mitteln 55 derart angesteuert werden, dass sie gleichzeitig geöffnet sind, um einen übermäßigen Druckaufbau durch den elektrischen Verdichter 10 zu verhindern und einen konstanten, gleichmäßigen und homogenen Luftmassenstrom zu erzeugen. Die Position des Kolbens 40 sollte dabei zumindest dahingehend berücksichtigt werden, dass er sich nicht in einer Position befindet, in der ein Öffnen des Einlassventils 30 und des Auslassventils 35 zu einer mechanischen Kollision dieser Ventile 30, 35 mit dem Kolben 40 führen würde, beispielsweise in einem oberen Zündtotpunkt des Kolbens 40. In diesem Fall sollte eine Ansteuerung des Einlassventils 30 und des Auslassventils 35 zur gleichzeitigen Öffnung vermieden werden und der übermäßige Druckaufbau durch entsprechende Ansteuerung des Abgasrückführventils 15 vermieden werden. Die Ansteuerung des Abgasrückführventils

15 zur Öffnung des Bypasses zum Zylinder 20 kann natürlich auch zusätzlich zur variablen oder voll variablen Ventilsteuerung des Einlassventils 30 und des Auslassventils 35 im Sinne einer gleichzeitigen Öffnung dieser beiden Ventile 30, 35 bei geeigneter Stellung des Kolbens 40 erfolgen, um den Druckaufbau hinter dem elektrischen Verdichter 10 differenzierter zu vermeiden und damit den Luftmassenstrom noch gleichmäßiger herzustellen.

Wenn also eine oder mehrere der genannten Maßnahmen zur Vermeidung eines übermäßigen Druckaufbaus und zur Herstellung eines konstanten, gleichmäßigen und homogenen Luftmassenstroms von den Mitteln 55 veranlasst wurde, dann wird der elektrische Verdichter 10 von den Mitteln 55 angesteuert und auf eine günstige Drehzahl geregelt. Sobald sich hinter dem elektrischen Verdichter 10 ein konstanter Druck, gemessen mit dem ersten Drucksensor 45 eingestellt hat, wird der sich einstellende Luftmassenstrom wie folgt modelliert:

Für den Betrieb der Brennkraftmaschine 5 ist ein Verdichterkennfeld in den Mitteln 55 gespeichert. Das Verdichterkennfeld stellt einen Zusammenhang zwischen der Drehzahl des elektrischen Verdichters 10, dem Verdichterdruckverhältnis über dem elektrischen Verdichter 10 und dem dadurch erzeugten Luftmassenstrom dar. Dabei soll für diese Überwachung angenommen werden, dass der Abgasturbolader außer Betrieb oder ein Wastegate des Abgasturboladers vollständig geöffnet ist. Auf Grund der Drehzahlregelung ist die Drehzahl des elektrischen Verdichters 10 in den Mitteln 55 bekannt. Dabei kann die Drehzahl des elektrischen Verdichters 10 beispielsweise mittels eines Drehzahlsensors erfasst und den Mitteln 55 zugeführt werden und steht somit mit hoher Genauigkeit zur Verfügung. Über die Messwerte des ersten Drucksensors 45 und des zweiten Drucksensors 50 ist in den Mitteln 55 auch der Druck vor dem elektrischen Verdichter 10, also der Umgebungsdruck  $p_U$  und der Druck nach dem elektrischen Verdichter 10, also in diesem Beispiel der Saugrohrdruck  $p_S$  bekannt. Alternativ kann, wie beschrieben, für den Druck nach dem elektrischen Verdichter 10 auch der Ladedruck  $p_L$  verwendet und durch einen geeigneten Drucksensor erfasst werden. Das Verhältnis zwischen dem Druck nach dem elektrischen Verdichter 10 und dem Druck vor dem elektrischen Verdichter 10, also in diesem Beispiel zwischen dem Saugrohrdruck  $p_S$  und dem Umgebungsdruck  $p_U$ , stellt das Verdichterdruckverhältnis dar. Dieses wird in den Mitteln 55 aus dem Saugrohrdruck  $p_S$  und dem Umgebungsdruck  $p_U$  ermittelt. Aus dem somit ermittelten Verdichterdruckverhältnis und der auf Grund der Drehzahlregelung

bekannten Drehzahl des elektrischen Verdichters 10 können nun die Mittel 55 anhand des Verdichterkennfeldes den vom elektrischen Verdichter 10 erzeugten und sich einstellenden Luftmassenstrom modellieren. Der modellierte Luftmassenstrom wird von den Mitteln 55 den Mitteln 60 zugeführt. Den Mitteln 60 ist außerdem der von der Luftmassenmessvorrichtung 1 gemessene Luftmassenstrom zugeführt. Die Mittel 60 vergleichen nun den modellierten Luftmassenstrom mit dem gemessenen Luftmassenstrom.

Wenn die Mittel 60 beim Vergleich des modellierten Luftmassenstroms mit dem gemessenen Luftmassenstrom feststellen, dass eine Differenz zwischen dem modellierten Luftmassenstrom und dem gemessenen Luftmassenstrom betragsmäßig einen vorgegebenen Wert überschreitet, so erkennen sie einen Fehler und geben beispielsweise eine entsprechende Warnmeldung oder Fehlermeldung ab.

Bei entsprechend hoher Genauigkeit der Modellierung des Luftmassenstroms aus dem Verdichterkennfeld ist außerdem eine Kalibrierung der Luftmassenmessvorrichtung 1 realisierbar. Dies insbesondere dann, wenn die Genauigkeit der Luftmassenmessvorrichtung 1 aufgrund von Verschmutzungen eines zur Messung des Luftmassenstroms in der Luftmassenmessvorrichtung 1 vorgesehenen Sensorelementes stark reduziert ist, wie dies beispielsweise bei Dieselmotoren der Fall sein kann. Die Vorgehensweise bei einer solchen Kalibrierung der Luftmassenmessvorrichtung 1 erfolgt dabei in der für die Überwachung beschriebenen Weise, nur das an Stelle einer einzigen Drehzahl des elektrischen Verdichters 10 nacheinander verschiedene Drehzahlen des elektrischen Verdichters 10 eingestellt werden und die Luftmassenmessvorrichtung 1 jeweils auf den modellierten Luftmassenstrom abgeglichen wird.

Die Kalibrierung bzw. der Abgleich der Luftmassenmessvorrichtung 1 auf den modellierten Luftmassenstrom kann dabei in vorteilhafter Weise beispielsweise nur in dem Fall durchgeführt werden, in dem die Differenz zwischen dem modellierten Luftmassenstrom und dem von der Luftmassenmessvorrichtung 1 gemessenen Luftmassenstrom betragsmäßig den vorgegebenen Wert überschreitet, der auf diese Weise einen Toleranzbereich definiert. In Figur 2 ist das erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft anhand eines Ablaufplans nochmals verdeutlicht. Das Programm wird nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine 5 im sogenannten Steuergerätenachlauf gestartet. Bei einem Programmpunkt 200 führen die Mittel 55 in der beschriebenen Weise den

Abgleich des ersten Drucksensors 45 mit dem Umgebungsdrucksensor 50 durch.  
Anschließend wird zu einem Programmpunkt 205 verzweigt.

5 Bei Programmpunkt 205 prüfen die Mittel 55, ob eine Auslaufposition des Zylinders 20  
vorliegt, bei der das Einlassventil 30 und das Auslassventil 35 gleichzeitig geöffnet sind  
oder – bei variabler oder voll variabler Ventilsteuerung – ob der Kolben 40 in einer  
Position vorliegt, in der ein Öffnen des Einlassventils 30 und des Auslassventils 35 nicht  
zu einer mechanischen Kollision mit dem Kolben 40 führt. Ist eine der beiden  
Bedingungen erfüllt, so wird zu einem Programmpunkt 210 verzweigt, ist keine der  
10 beiden Bedingungen erfüllt, so wird zu einem Programmpunkt 215 verzweigt.

Bei Programmpunkt 210 veranlassen die Mittel 55 ein Triggern der Überwachung der  
Luftmassenmessvorrichtung 1 für den Fall, dass der Sensor 100 eine günstige  
Auslaufposition des Zylinders 20 detektiert hat, bei der das Einlassventil 30 und das  
15 Auslassventil 35 gleichzeitig geöffnet sind. Für den Fall von variabler oder voll variabler,  
insbesondere elektromechanischen, Ventilsteuerung veranlassen die Mittel 55 bei  
Programmpunkt 210 eine Ansteuerung des Einlassventils 30 und des Auslassventils 35  
derart, dass das Einlassventil 30 und das Auslassventil 35 gleichzeitig geöffnet werden,  
um einen übermäßigen Druckaufbau durch den nachfolgend aktivierten elektrischen  
20 Verdichter 10 zu vermeiden und einen konstanten, gleichmäßigen, homogenen  
Luftmassenstrom zu erzeugen. Dabei kann die Position des Kolbens 40 zur Prüfung bei  
Programmpunkt 205, ob eine gleichzeitige Öffnung des Einlassventils 30 und des  
Auslassventils 35 bei der variablen oder voll variablen Ventilsteuerung möglich ist,  
ebenfalls mit Hilfe des Sensors 100 erfolgen.

Nach Programmpunkt 210 wird zu einem Programmpunkt 220 verzweigt. Bei  
Programmpunkt 215 veranlassen die Mittel 55 eine Ansteuerung des  
Abgasrückführventils 15 derart, dass das Abgasrückführventil 15 geöffnet wird, um einen  
übermäßigen Druckaufbau hinter dem nachfolgend zu aktivierenden elektrischen  
30 Verdichter 10 zu vermeiden und einen konstanten, gleichmäßigen, homogenen  
Luftmassenstrom einzustellen. Anschließend wird ebenfalls zu Programmpunkt 220  
verzweigt.

Bei Programmpunkt 220 kann es optional vorgesehen sein, dass die Mittel 55 die  
35 Drosselklappe 25 derart ansteuern, dass sie geöffnet wird, um Strömungsverluste zu

vermeiden und den Luftmassenstrom noch gleichmäßiger einzustellen und ebenfalls einen übermäßigen Druckaufbau hinter dem nachfolgend zu aktivierenden elektrischen Verdichter 10 zu vermeiden. Für den Fall, dass Programmpunkt 220 von Programmpunkt 210 aus erreicht wurde, kann es zusätzlich vorgesehen sein, dass die Mittel 55 das  
5 Abgasrückführventil 15 zusätzlich ansteuern, um es zu öffnen, und auf diese Weise einen übermäßigen Druckaufbau hinter dem nachfolgend zu aktivierenden elektrischen Verdichter 10 differenzierter zu vermeiden und den Luftmassenstrom noch gleichmäßiger einzustellen. Anschließend steuern die Mittel 55 den elektrischen Verdichter 10 an und regeln ihn auf eine vorgegebene Drehzahl, um einen konstanten, gleichmäßigen,  
10 homogenen Luftmassenstrom zu erzeugen. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 225 verzweigt. Bei Programmpunkt 225 prüfen die Mittel 55 anhand des vom ersten Drucksensor 45 ermittelten Saugrohrdrucks pS, ob sich hinter dem elektrischen Verdichter 10 bereits ein konstanter Druck eingestellt hat. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 230 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 225  
15 zurückverzweigt. Die Prüfung auf einen konstanten Saugrohrdruck pS kann dabei derart erfolgen, dass der Saugrohrdruck pS dann als konstant detektiert wird, wenn er nicht mehr als eine vorgegebene Schwankungsbreite von einem festen Wert abweicht. Bei Programmpunkt 230 ermitteln die Mittel 55 in der beschriebenen Weise den modellierten Luftmassenstrom. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 235 verzweigt.

20 Bei Programmpunkt 235 wird der modellierte Luftmassenstrom den Mitteln 60 zugeführt und außerdem wird der von der Luftmassenmessvorrichtung 1 gemessene Luftmassenstrom in den Mitteln 60 erfasst. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 240 verzweigt.

Bei Programmpunkt 240 prüfen die Mittel 60, ob die Differenz zwischen dem modellierten Luftmassenstrom und dem gemessenen Luftmassenstrom betragsmäßig größer als der vorgegebene Wert ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 245 verzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen. Bei Programmpunkt 245  
30 generieren die Mittel 60 eine Fehler- oder Warnmeldung. Dient die Überwachung der Luftmassenmessvorrichtung 1 ihrer Kalibrierung, so erfolgt bei Programmpunkt 245 ein entsprechender Abgleich der Luftmassenmessvorrichtung 1 auf den modellierten Luftmassenstrom für die bei Programmpunkt 220 gewählte Drehzahl des elektrischen Verdichters 10. Anschließend wird das Programm verlassen. Im Falle der beschriebenen  
35 Kalibrierung der Luftmassenmessvorrichtung 1 kann das Programm gemäß Figur 2 für

verschiedene bei Programmpunkt 220 einzustellende Drehzahlen des elektrischen Verdichters 10 erneut durchlaufen werden, so dass die Luftmassenmessvorrichtung 1 für diese Drehzahlen entsprechend abgeglichen wird. Bei dieser Kalibrierung stellt der vorgegebene Wert wie beschrieben den vorgegebenen Toleranzbereich dar.

5

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 wurde anhand eines einzigen Zylinders beschrieben. Wenn die Brennkraftmaschine 5 mehrere Zylinder umfasst, so reicht es zur Vermeidung eines übermäßigen Druckaufbaus hinter dem elektrischen Verdichter 10 aus, wenn zumindest ein Zylinder bei variabler oder voll variabler Ventilsteuerung das gleichzeitige Öffnen seines Einlassventils und seines Auslassventils erlaubt bzw. mindestens ein Zylinder in seiner Auslaufposition auf Grund von Ventilüberschneidungen ein gleichzeitig öffnendes Einlassventil und Auslassventil aufweist.

10

01.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zur Überwachung einer Luftmassenmessvorrichtung (1) in einer Luftzuführung einer Brennkraftmaschine (5) mit einem elektrisch angetriebenen Verdichter (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit einer Verdichterdrehzahl und einem Verdichterdruckverhältnis ein Luftmassenstrom in der Luftzuführung modelliert und mit einem von der Luftmassenmessvorrichtung (1) gemessenen Luftmassenstrom verglichen wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdichterdrehzahl und das Verdichterdruckverhältnis nach Abstellen der Brennkraftmaschine (5) ermittelt werden.

20

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des Verdichterdruckverhältnisses durchgeführt wird, wenn ein Bypass (15) zu mindestens einem Zylinder (20), insbesondere ein Abgasrückführventil, geöffnet ist.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des Verdichterdruckverhältnisses durchgeführt wird, wenn eine Drosselklappe (25) geöffnet ist.

30

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des Verdichterdruckverhältnisses durchgeführt wird, wenn ein Einlassventil (30) und ein Auslassventil (35) mindestens eines Zylinders (20) gleichzeitig geöffnet sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Ventile (30, 35) in Abhängigkeit einer Kolbenstellung im mindestens einem Zylinder (20) zur Messung des Verdichterdruckverhältnisses geöffnet werden.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Messung des Verdichterdruckverhältnisses eine Ventilüberschneidung eines Einlassventils (30) und eines Auslassventils (35) mindestens eines Zylinders (20) in Abhängigkeit einer Auslaufposition des Kolbens (40) genutzt wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor Aktivierung des elektrisch angetriebenen Verdichters (10) ein Drucksensor (45) zur Ermittlung eines Druckes in der Luftzuführung nach dem elektrisch angetriebenen Verdichter (10) mit einem Umgebungsdrucksensor (50) abgeglichen wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fehler erkannt wird, wenn eine Differenz zwischen dem modellierten Luftmassenstrom und dem gemessenen Luftmassenstrom betragsmäßig einen vorgegebenen Wert überschreitet.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit des Vergleichs zwischen dem modellierten Luftmassenstrom und dem gemessenen Luftmassenstrom die Luftmassenmessvorrichtung (1) auf den modellierten Luftmassenstrom, insbesondere außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches, abgeglichen wird.
- 30 11. Vorrichtung (65) zur Überwachung einer Luftmassenmessvorrichtung (1) in einer Luftzuführung einer Brennkraftmaschine (5) mit einem elektrisch angetriebenen Verdichter (10), **dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (55) vorgesehen sind**, die in Abhängigkeit einer Verdichterdrehzahl und einem Verdichterdruckverhältnis einen Luftmassenstrom in der Luftzuführung modellieren und dass Mittel (60) vorgesehen sind, die den modellierten Luftmassenstrom mit einem von der Luftmassenmessvorrichtung (1) gemessenen Luftmassenstrom vergleichen.



01.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer Luftmassenmessvorrichtung

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung einer  
Luftmassenmessvorrichtung (1) in einer Luftzuführung einer Brennkraftmaschine (5) mit  
einem elektrisch angetriebenen Verdichter (10) vorgeschlagen, die eine genaue  
Modellierung des Luftmassenstroms ermöglichen. Dabei wird in Abhängigkeit einer  
Verdichterdrehzahl und eines Verdichterdruckverhältnisses ein Luftmassenstrom in der  
Luftzuführung modelliert und mit einem von der Luftmassenmessvorrichtung (1)  
gemessenen Luftmassenstrom verglichen.

20



2/2

Fig. 2



